

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-107465  
 (43)Date of publication of application : 09.04.2003

(51)Int.CI.

G02F 1/13357  
 F21V 8/00  
 G02B 6/00  
 G09F 9/00

(21)Application number : 2001-295027

(71)Applicant : NIDEC COPAL CORP

(22)Date of filing : 26.09.2001

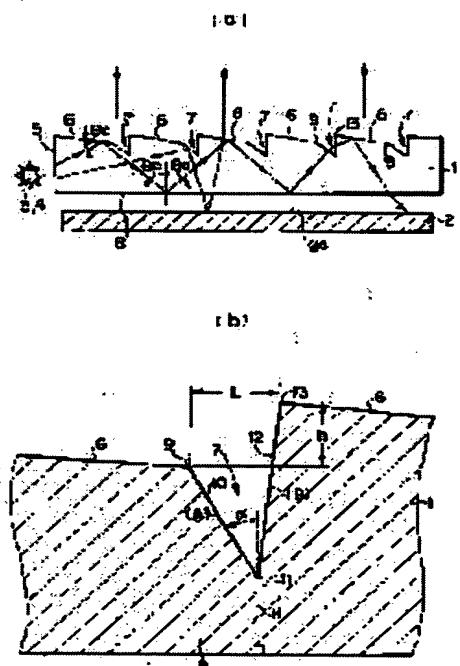
(72)Inventor : KITAZAWA OSAMU  
TAKAGI MASAAKI

## (54) FRONT LIGHT

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a front light placed on the display face side of a display device including a reflecting type liquid crystal that can sufficiently use the luminous quantity from a light source comprising luminous fluxes with different incident angles for the purpose of illumination and uniformly ensure the display contract over the entire display face.

**SOLUTION:** In the front light provided with a light source and a light guide plate placed on the display side of a display device including a reflecting type liquid crystal and with light transmissivity, the light guide plate 1 has a first planar face 8, a second face 6 on which a plurality of prism grooves 7 of substantially V-shape are formed, a third face 5 for introducing a light from the light source to the inside, the prism grooves 7 form an A-face 10 at an angle  $\alpha$  of 30-degrees or more and 45-degrees or less from a normal H of the first face 8 toward the light source and a B-face 12 with an angle smaller than the angle of the A-face 10, an A-apex 9 is selected lower than a B-apex 13, and the prism grooves 7 are integrally formed so that a C-face 61 and a D-face 62 are continuous to each other.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(51) Int.CI. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G02F 1/13357		G02F 1/13357	2H038
F21V 8/00	601	F21V 8/00	A 2H091
		601	D 5G435
		601	E
		601	Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 ○L (全7頁) 最終頁に続く

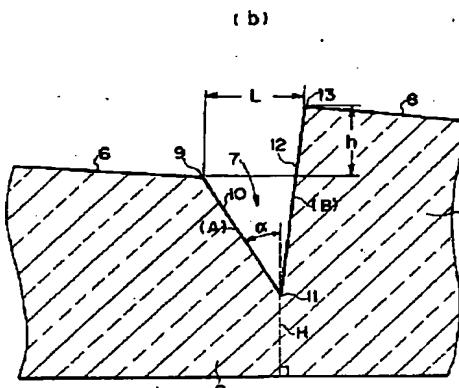
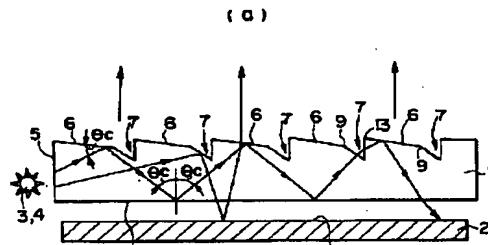
(21)出願番号	特願2001-295027(P2001-295027)	(71)出願人 000001225 日本電産コパル株式会社 東京都板橋区志村2丁目18番10号
(22)出願日	平成13年9月26日(2001.9.26)	(72)発明者 北沢 修 東京都板橋区志村2丁目18番10号 日本電 産コパル株式会社内
		(72)発明者 ▲高▼木 正明 東京都板橋区志村2丁目18番10号 日本電 産コパル株式会社内
		(74)代理人 100076428 弁理士 大塚 康徳 (外3名)
		最終頁に続く

## (54)【発明の名称】フロントライト

## (57)【要約】

【課題】 反射型の液晶を含む表示装置の表示面側に配設されるフロントライトにおいて、入射角度の異なる光束からなる光源からの光量を照明のために十分に使用でき、かつ表示コントラストを表示面の全面に渡り均一に確保できるフロントライトの提供。

【解決手段】 反射型の液晶を含む表示装置の表示面側に配設される光透過性を有する板状の導光板と光源とを備えるフロントライトであって、導光板1は平面状の第1の面8と、略V字形状の複数のプリズム溝7を形成した第2の面6と、光源からの光を内部に導入する第3の面5と有し、プリズム溝7は第1の面8の法線Hから光源側に向かう30度以上45度以下の角度αをなすA面10と、A面10の角度より小さい角度をなすB面12を形成し、A面10の頂上部9は、B面12の頂上部13より低く設定され平面で連続するように一体成型する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 反射型の液晶を含む表示装置の表示面側に配設される光透過性を有する板状の導光板と光源とを備えるフロントライトであって、

前記導光板は、

前記表示装置の表示面側に対向配置される平面状の第1の面と、

前記第1の面の裏面側において前記光源からの光軸方向に直交する略V字形状の複数のプリズム溝を形成した第2の面と、

前記第1の面と前記第2の面に挟まれるように形成され、前記光源からの光を内部に導入する第3の面と有し、

前記プリズム溝は、前記第1の面の法線から前記光源側に向かう30度以上45度以下の角度をなすA面と、

前記A面に対向し、前記法線から前記光源とは反対側に向かう0度以上で前記A面の角度より小さい角度をなすB面とを形成し、

さらに、前記A面側のA頂上部は、前記B面側のB頂上部より低く設定し、続く前記B頂上部と前記A頂上部との間を、一つの平面または上に凹状となる曲面で連続するように所定樹脂材料を用いて一体成型したことを特徴とするフロントライト。

【請求項2】 前記プリズム溝における前記A頂上部と前記B頂上部との間の前記第1の面に沿う距離をL、前記A頂上部と前記B頂上部との間の前記法線方向に沿う距離をh、前記A面の角度を $\alpha$ 、前記導光板の臨界角を $\theta c$ 、前記導光板の空気に対する相対屈折率をnとして、

$h > L \times \tan(\alpha + \sin^{-1}(n \times \sin(\pi/2 - \alpha - \theta c)))$  または、前記hは約10%の誤差範囲の  $h = L \times \tan(\alpha + \sin^{-1}(n \times \sin(\pi/2 - \alpha - \theta c)))$  、ただし、臨界角 $\theta c = \sin^{-1}(1/n)$  の関係であることを特徴とする請求項1に記載のフロントライト。

【請求項3】 前記光源は、前記第3の面に対向配置されるとともに前記第3の面に光を導入するための第2のプリズム溝を有した副導光板と、

前記副導光板の両端に配置される少なくとも一対の発光ダイオードまたは片側に配置される少なくとも1個の発光ダイオードとから構成されることを特徴とする請求項1または2に記載のフロントライト。

【請求項4】 前記光源は、前記第3の面に対向配置されるとともに前記光源からの光を拡散して前記第3の面から導入するためのプリズム面または拡散面を前記第3の面に形成したことを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載のフロントライト。

【請求項5】 前記プリズム溝は、点光源を中心として前記点光源からの光軸方向に直交する波紋状に形成されることを特徴とする請求項1、請求項2、または請求項

4のいずれか1項に記載のフロントライト。

【請求項6】 前記プリズム溝は、前記第1の面から射出する光量密度を均一にするために、前記点光源または前記線光源から離隔するにつれてその間隔が小さくなるグラデーションを有して形成されることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載のフロントライト。

【請求項7】 前記プリズム溝は、前記第1の面から射出する光量密度を均一にするために、前記光源からの距離が遠ざかるにつれてその深さが深くなるようにグラデーションを有して形成されることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載のフロントライト。

【請求項8】 前記導光板において、前記第1の面または前記第2の面の少なくとも一方に反射防止膜処理を施すことを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項に記載のフロントライト。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は照明装置に係り、特に反射型の液晶を含む各種の反射型表示装置等の表示面側に設置されて照明を行ういわゆるフロントライトとも呼ばれる装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 近年になり、透過型の液晶を背面側から照明するバックライトに変えて、反射型の液晶の表示面側に配設されることで液晶の表示面を直に照明するフロントライトが主流となりつつある。反射型の液晶とフロントライトとから構成される表示装置によれば、視野角度が大きくでき、かつ消費電力も少なくできる等の利点がある。このフロントライトとして、特許第2925530号や特開2001-110223号、特開平11-24222号の各公報が知られている。

【0003】 上記の各公報によれば、導光板の液晶に対向する面を平面とし、反対側の面に断面が鋸状のプリズム形状や三角プリズム形状の半円形状の凹部や凸部を形成し、これらのプリズム形状の面において導光板の端面から入射した光を全反射することで、液晶に指向させることで照明を行い、出光面から出光することで全面に渡る均一な照明を行う様に構成されていた。また、特開2000-221501号公報によれば、導光板の屈折率よりも小さい屈折率を有する屈折層を介して液晶と貼り合わすことが開示されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記の各公報に示されるような単純な鋸状や三角形、半円形のプリズム溝形状によれば、光源から導光板に入射した様々な入射角の光の内で一部の角度の光束についてはプリズム溝で全反射して、効果的に液晶面を照射できるようになるが、残りの入射角度の光束についてはそのまま導光板の外に射出されることになる。

【0005】 これは、光源の射出方向から斜めに液晶装

置を見た場合に導光板の表面が光ることから裏付けられる。このように、従来のフロントライトによれば、光源からの光量が照明のために十分に使用されず、液晶の表示コントラスト（濃淡）が著しく損なわれてしまう等の欠点があった。

【0006】したがって、本発明は上記の問題点に鑑みて成されたものであり、反射型の液晶を含む表示装置の表示面側に配設されるフロントライトにおいて、入射角度の異なる光束からなる光源からの光量を照明のために十分に使用でき、かつ表示コントラストを表示面の全面に渡り均一に確保できるフロントライトの提供を目的としている。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明によれば、反射型の液晶を含む表示装置の表示面側に配設される光透過性を有する板状の導光板と光源とを備えるフロントライトであって、前記導光板は、前記表示装置の表示面側に対向配置される平面状の第1の面と、前記第1の面の裏面側において前記光源からの光軸方向に直交する略V字形状の複数のプリズム溝を形成した第2の面と、前記第1の面と前記第2の面に挟まれるように形成され、前記光源からの光を内部に導入する第3の面と有し、前記プリズム溝は、前記第1の面の法線から前記光源側に向かう30度以上45度以下の角度をなすA面と、前記A面に対向し、前記法線から前記光源とは反対側に向かう0度以上で前記A面の角度より小さい角度をなすB面とを形成し、さらに、前記A面側のA頂上部は、前記B面側のB頂上部より低く設定し、続く前記B頂上部と前記A頂上部との間を、一つの平面または上に凹状となる曲面で連続するように所定樹脂材料を用いて一体成型したことを特徴としている。

【0008】また、前記プリズム溝における前記A頂上部と前記B頂上部との間の前記第1の面に沿う距離をL、前記A頂上部と前記B頂上部との間の前記法線方向に沿う距離をh、前記A面の角度を $\alpha$ 、前記導光板の臨界角を $\theta_c$ 、前記導光板の空気に対する相対屈折率をnとして、 $h > L \times \tan(\alpha + \sin^{-1}(n \times \sin(\pi/2 - \alpha - \theta_c)))$ または、前記hは約10%の誤差範囲の $h = L \times \tan(\alpha + \sin^{-1}(n \times \sin(\pi/2 - \alpha - \theta_c)))$ 、ただし、臨界角 $\theta_c = \sin^{-1}(1/n)$ の関係であることを特徴としている。

【0009】また、前記光源は、前記第3の面に対向配置されるとともに前記第3の面に光を導入するための第2のプリズム溝を有した副導光板と、前記副導光板の両端に配置される少なくとも一対の発光ダイオードまたは片側に配置される少なくとも1個の発光ダイオードとから構成されることを特徴としている。

【0010】また、前記光源は、前記第3の面に対向配置されるとともに前記光源からの光を拡散して前記第3

の面から導入するためのプリズム面または拡散面を前記第3の面に形成したことを特徴としている。

【0011】また、前記プリズム溝は、点光源を中心として前記点光源からの光軸方向に直交する波紋状に形成されることを特徴としている。

【0012】また、前記プリズム溝は、前記第1の面から射出する光量密度を均一にするために、前記点光源または前記線光源から離隔するにつれてその間隔が小さくなるグラデーションを有して形成されることを特徴としている。

【0013】また、前記プリズム溝は、前記第1の面から射出する光量密度を均一にするために、前記光源からの距離が遠ざかるにつれてその深さが深くなるようにグラデーションを有して形成されることを特徴としている。

【0014】そして、前記導光板において、前記第1の面または前記第2の面の少なくとも一方に反射防止膜処理を施すことを特徴としている。

## 【0015】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の好適な各実施形態につき、添付の図面を参照して説明する。図1は後述する各実施形態に共通するフロントライトの外観斜視図である。本図において、液晶2は反射型TFT液晶であってその表示面2aを上にしており、その上に導光板1を対向配置している。そして、導光板1の出光面には平行なプリズム溝7が図示のように光源から離れるにつれて密状態となるグラデーション状に線光源に対して平行になるように透明または良光透過性のアクリル樹脂やポリカーボネイト樹脂を用いて射出成型で一体成型されている。このほかに、導光板を加熱しておき、雌形状の金型を押し付けるように成型してもよい。

【0016】また、導光板1の側面には第3の面5が形成されており、この第3の面5に対して平行となるように副導光板4が配置されている。この副導光板4には第3の面5に対向して第2のプリズム溝4aが一体成型されており、副導光板4の両端に配置された二対の4個の高輝度の発光ダイオード3から出光される光を第2のプリズム溝4aにおいて全反射することで、破線図示の方向に指向する線光源を構成している。

【0017】このように構成される線光源としては、上記の構成のほかに2個の発光ダイオード3を副導光板4の片側のみに配置する場合や、発光ダイオード3を副導光板4の両側または片側に1個づつ配置する場合など種々あり、照明に必要となる光量により適宜設定されることになる。また、冷陰極管や発光ダイオードを直接光源に使用する場合には、導光板1の側面である第3の面5に対向して配置される。ここで、第3の面には光を拡散して導入するためのプリズム面または拡散面（プラスチック面）が形成されているとより効果的である。

【0018】また、図1は、携帯電話の液晶表示用に用

いる場合を示しているが、この他にパームトップコンピュータやデスクトップコンピュータ用の液晶の照明用としても適用可能である。このためには、必要に応じて光源の光量を増加したり、光源の配置位置も導光板1の第3の面5のみでなく、対向する側面や直交する側面に配置する構成としてもよい。

【0019】次に、図2(a)は図1のX-X線矢視断面図であり、図2(b)はプリズム溝7の拡大図である。先ず、図2(a)において、既に説明済みの構成部品については同様の符号を附して説明を割愛すると、導光板1は液晶2の表示面2a側に対向配置される平面状の第1の面8と、この第1の面8の裏面側において上記の線光源3、4からの光軸の方向に直交する略V字形状の複数のプリズム溝7を形成した第2の面6と線光源からの光を内部に導入する第3の面5と有して板状に一体成型される。

【0020】また、図2(b)において、各プリズム溝7は、第1の面8の法線Hから線光源3、4側に谷部11から向かう30度以上45度以下の角度 $\alpha$ をなすA面10と、このA面10に対向して上記の法線Hから線光源3、4と反対側に向かう0度以上でありA面10の角度より小さい角度をなすB面12とを形成している。さらに、A面10側のA頂上部9は、B面12側のB頂上部13より低くなるように設定されており、かつA頂上部9とB頂上部13との間が、一つの平面または上に凹状の曲面で連続するように所定樹脂材料を用いて一体成型されており、上記のプリズム溝7を形成した第2の面6を形成している。

【0021】さらに、このプリズム溝7におけるA頂上部9とB頂上部13との間の法線Hに直交する第1の面8に沿う距離をlとし、A頂上部9とB頂上部13との間の法線H方向に沿う距離をhとなるように成型されている。導光板1の側面である第3の面5から導光板1に図示の方向の角度で入射した光束は、上記の樹脂製の導光板2の屈折率nである1.5から求まる臨界角 $\theta_c$ で屈折を繰り返して図示のように遠くまで到達する。

【0022】このように、第1の面8と第2の面6の間で全反射をすることから外には射出しないこととなる。一方、導光板1の第2面6にはプリズム溝7が形成されていることから、光源側の斜面となるA面10に入射した光の内でその入射角が臨界角 $\theta_c$ より大きい光はA面10で全反射する。また入射角が臨界角 $\theta_c$ より小さい光は屈折して導光板1の外部に射出するが、このように射出された光はB面12で捕捉される。

【0023】図3(a)は、導光板1の外部における射出角度とプリズム溝7の角度 $\alpha$ の関係図であり、D1は第1の面8の法線Hからマイナス側(-)とプラス側(+)の角度を有する光 $\phi_o(-)$ と $\phi_o(+)$ の差から求まる角度幅D2は、法線Hからマイナス側(-)とプラス側(+)の角度を有する光 $\phi_o(-)$ と $\phi_o($

(+)の平均を示している。また、図3(b)は、プリズム溝7の角度 $\alpha$ をなすA面10に入光した光が反射し、導光板の第1面側から出射する様子を示している。

【0024】図3(b)の左側の図において、プリズム溝7の傾斜角度 $\alpha$ のA面10で反射した光で第1の面8から射出する光のマイナス側の角度 $\phi_o(-)$ はA面10に臨界角 $\theta_c$ で入射したときが最も小さくなり、 $\phi_i(-) = \alpha + \theta_c - 90$ 度、 $\phi_o(-) = \arcsin(n \cdot \sin(\alpha + \theta_c - 90\text{度}))$ となる。ただし $n$ は導光板の材料の屈折率である。また、図3(b)の右側の図に示す通り、プラス側は第2面6に対して臨界角 $\theta_c$ で入射した光が最も大きくなり、 $\phi_i(+) = 2\alpha - \theta_c$ 度、 $\phi_o(+) = \arcsin(n \cdot \sin(2\alpha + \theta_c))$ となる。 $\alpha \geq \theta_c$ の場合は、 $\phi_i(+) = \theta_c$ 、 $\phi_o(+) = 90$ 度となる。

【0025】以上から、液晶2に指向するように射出するA面10の傾斜角 $\alpha$ は30度~45度の範囲が良いことが判明した。また、上記の樹脂材料を用いて射出成型するときに、傾斜角 $\alpha$ が30度~45度の範囲となっているので溶融樹脂をプリズム溝7の内部に十分に回り込ませることが可能となり良い結果を得ることができる。さらに、射出成型金型のキャビティ加工にも都合が良い。

【0026】一方、導光板1の外部に射出してしまった光の角度範囲はA面10の傾斜角 $\alpha$ に対して、プリズム射出角0から90度の範囲になり、傾斜角 $\alpha$ にあまり関係なく、40度程度から導光板1の平行方向に射出する。ここで従来の導光板1はいずれもこの様な傾斜面を持っており、ここからの導光板表面側への射出光は避けられず、液晶のコントラスト低下を招いていた。

【0027】そこで、A面10からの射出光を再び導光板1内に入射させるようにB面12のB頂上部13の高さをA面10のA頂上部9より高さ $h$ 分高くすることで、導光板1の表面からの射出光を捕捉するように構成されている。

【0028】図4(a)はプリズム溝7の拡大図、図4(b)は動作説明図である。先ず(a)に図示のようにB頂上部13のA頂上部9に対する高さ $h$ は各頂上部の幅をlとし、全反射の臨界角を $\theta_c$ 、導光板1の空気に対する相対屈折率をnとして、 $h = L \times \tan(\alpha + \sin^{-1}(n \cdot \sin(\pi/2 - \alpha - \theta_c)))$ の関係から求まり、B頂上部13の高さ $h$ がこれ以上有れば良いことになる。または、 $h = L \times \tan(\alpha + \sin^{-1}(n \cdot \sin(\pi/2 - \alpha - \theta_c)))$ でも光を捕捉できるようになり、図4(b)に図示のように捕捉された光をB面12から導光板1の内部に入光でき、第2の面6で全反射することで第1の面8に向けて指向できるようになる。ただし、臨界角 $\theta_c = \sin^{-1}(1/n)$ の関係である。

50 【0029】次に、図5は第2の実施形態の平面図であ

る。図6は導光板の第3の面から入射光を拡散して導入する断面模式図である。先ず図5において、既に説明済みの構成部品については同様の符号を附して説明を割愛すると、導光板1のプリズム溝7は、点光源となる発光ダイオード3を中心として光軸方向に直交する波紋状に形成されており、さらに点光源から離隔するにつれてプリズム溝7の間隔を狭くしたグラデーション状に形成されている。

【0030】以上の構成により、第1の面6から射出する光量密度が全面に渡り均一にするようにできる。また、導光板の第3の面には光源からの入射光を拡散して導入するためのプリズム面または拡散面（プラスチック面）が形成されているとより効果的である。

【0031】また、図7（a）は、図1のX-X線矢視断面図に該当する断面図であって、図示のように線光源または点光源から離隔するにつれてその間隔Pが次第に小さくなるグラデーションを有するようにプリズム溝7が一体成型されている。

【0032】さらに、図7（b）は、図1のX-X線矢視断面図に該当する断面図であって、図示のように線光源または点光源から離隔するにつれてプリズム溝7の深さKが深くなるようにグラデーションを有して形成されている。

【0033】そして、図7（c）は図1のX-X線矢視断面図に該当する断面図であって、導光板1の第1の面6と第2の面8に反射防止膜21、22が形成されている。この反射防止膜は真空蒸着処理により形成されるフッ化マグネシウムの単層膜、もしくは酸化ケイ素、酸化タンタル、酸化チタンなどの多層膜であり、界面での反射防止を有効に行うことで可視光である500nm前後の波長の光の乱反射防止を図るようにできるので、コントラストの低下防止に効果的である。この反射防止膜は導光板1の第1の面6と第2の面8の一方に形成しても良い。

【0034】また、再度図2（a）において、B頂上部13とA頂上部9との間を、一つの平面となる第2の面6として一体成型するほかに、上に凹状となる曲面で連続成型しても良い。

【0035】以上のように、略V字形状のプリズム溝7を導光板1に成型することで、A面10から直接射出し40た一部の光がB面13で捕捉されて再び導光板1内に入

射するようになりますので、液晶のコントラストを損なわない様にできるとともに、輝度を全面に渡り均一にでき液晶の表示コントラストが高い状態で照明することが可能になった。

#### 【0036】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、反射型の液晶を含む表示装置の表示面側に配設されるフロントライトにおいて、入射角度の異なる光束からなる光源からの光量を照明のために十分に使用でき、かつ表示コントラストを表示面の全面に渡り均一に確保できるフロントライトを提供できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】図1は各実施形態に共通するフロントライトの外観斜視図である

【図2】（a）は図1のX-X線矢視断面図、（b）はプリズム溝7の拡大図である。

【図3】（a）は、導光板1の内部における射出角度とプリズム溝7の角度αの関係図、（b）は、プリズム溝7の角度αをなすA面10に入光した光が反射する様子を示した図である。

【図4】（a）はプリズム溝7の拡大図、（b）は動作説明図である。

【図5】第2の実施形態の平面図である。

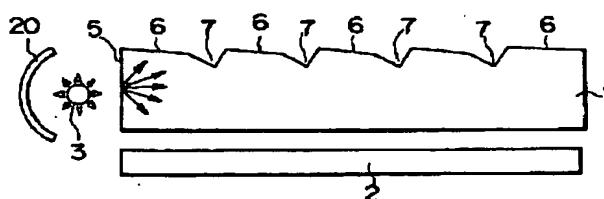
【図6】入射光を拡散して導入する断面模式図である。

【図7】（a）～（c）は、図1のX-X線矢視断面図に該当する断面図である。

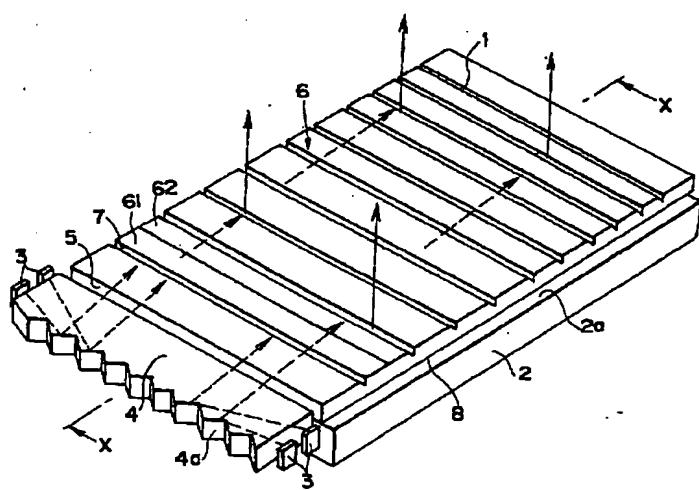
#### 【符号の説明】

- |    |         |
|----|---------|
| 1  | 導光板     |
| 2  | 液晶      |
| 3  | 発光ダイオード |
| 4  | 副導光板    |
| 5  | 第3の面    |
| 6  | 第2の面    |
| 7  | プリズム溝   |
| 8  | 第1の面    |
| 9  | A頂上部    |
| 10 | A面      |
| 11 | 谷部      |
| 12 | B面      |
| 13 | B頂上部    |

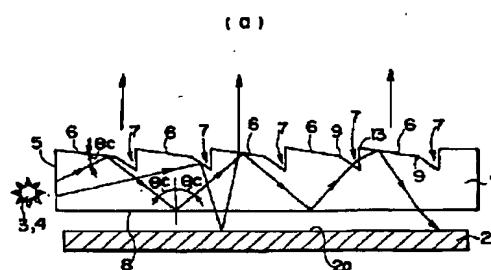
【図6】



【図1】



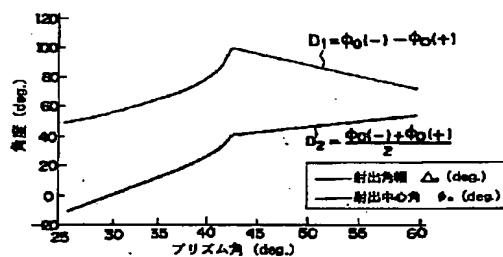
【図2】



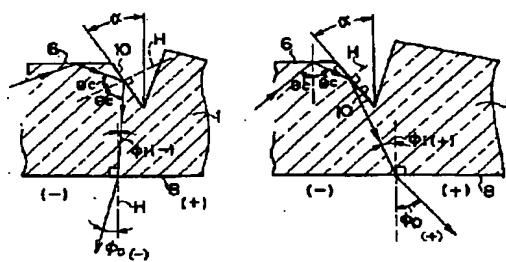
【図3】

(a)

導光反射出角

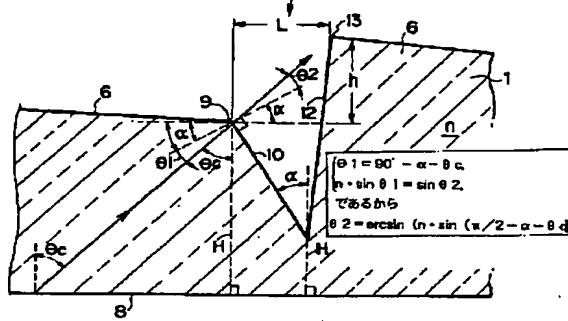


(b)

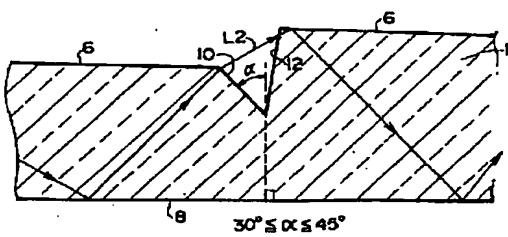


【図4】

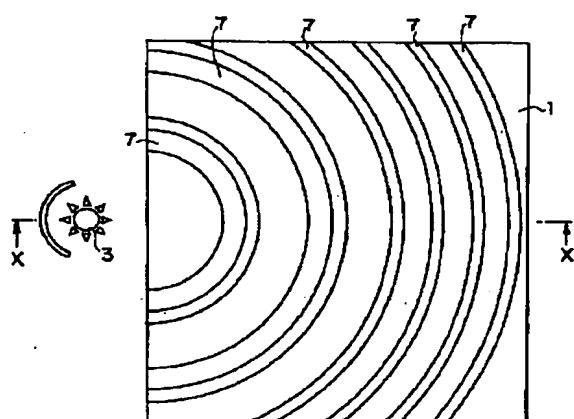
(a)



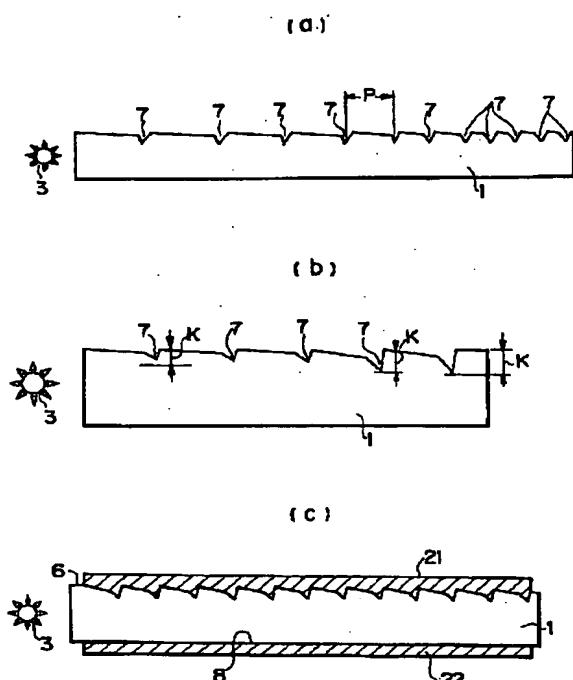
(b)



【図5】



【図7】



## フロントページの続き

(51) Int.C1.<sup>7</sup> 識別記号  
 G 0 2 B 6/00 3 3 1  
 G 0 9 F 9/00 3 3 6

F I テーマコード(参考)  
 G 0 2 B 6/00 3 3 1  
 G 0 9 F 9/00 3 3 6 B

F ターム(参考) 2H038 AA52 AA55 BA06  
 2H091 FA23Z FA41Z FD05 LA17  
 5G435 AA02 BB12 BB16 DD09 DD14  
 EE22 FF03 FF06 FF08 GG03  
 GG23 GG26

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT OR DRAWING
- BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- GRAY SCALE DOCUMENTS
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**  
**As rescanning documents *will not* correct images problems checked, please do not report the problems to the IFW Image Problem Mailbox**